

# APRENDIZAJE FISIOLÓGICO\*

Dr. Juan E. Azcoaga

Médico Neurólogo

Doctor en Ciencias Médicas

## 1. Pequeña historia

Iniciar este enfoque acerca del “aprendizaje fisiológico” representa necesariamente una mirada retrospectiva sobre lo que la entidad significa en la formación de nuestro grupo a lo largo de estas dos décadas, o quizá, como se verá, algo más. La mirada retrospectiva es también necesaria como un momento indispensable de reflexión crítica y, en la medida modesta de nuestro desarrollo representa una aplicación del conocido aforismo acerca de que el conocimiento de la historia ilumina el presente y prepara el futuro.

La primera preocupación del grupo surgió a principios de la década de 1960 en el Departamento de Psicología de la Facultad de Filosofía y Letras y, más concretamente, en las cátedras de Biología (I y II), de tres fuentes que proporcionaron incentivos que se alimentaron recíprocamente.

Por una parte y por iniciativa del profesor titular, Dr. Julio Aranovich se incorporaron al programa de Biología I, temas de aprendizaje

animal que, con un criterio puramente docente, llevaron a examinar tanto los aportes de la investigación experimental en animales, como contribuciones de la etología. La necesidad de exponer y explicar a los alumnos esos temas, confluyó con el espíritu ampliamente compartido del peso científico que la doctrina pavloviana de la actividad nerviosa superior, tenía para la carrera de psicología. Esta era entonces una preocupación no sólo de docentes de las cátedras de Biología, sino también de las de Psicología General y otras.

A estas dos importantes corrientes de pensamiento teórico se agregó, con la formación del Grupo de Fisiología, la búsqueda de más conceptos teóricos en la programación de investigaciones experimentales. Así fue que, cuando se tomó la decisión de iniciar un montaje experimental con ratas en una jaula especialmente diseñada para distinguir el peso de los datos sensorceptivos previos en un proceso de condicionamiento defensivo, el marco del “aprendizaje” apareció como una necesidad conceptual, puesto que el

\* Relato publicado en PSICOLOGÍA LENGUAJE APRENDIZAJE. Actas de las Primeras Jornadas Nacionales de APINEP. Rosario. Ediciones Pedagógicas. Buenos Aires. 1987. Págs 17-32

programa experimental parecía rebasar los límites de las experiencias corrientes de condicionamiento.

La crisis del año 66 terminó con ese programa pero dejó en pie el interés por los aspectos conceptuales del “aprendizaje”. Con ellos, en el nuevo ámbito de trabajo, se fue buscando un conjunto de “claves” para el análisis de fenómenos complejos, abordables, por exigencias materiales insalvables, sólo con procedimientos clínicos. Así es como en materiales de la segunda mitad de la década del 60, se señala ya que el “aprendizaje” es una piedra fundamental de la comprensión de fenómenos complejos de la psicología y la pedagogía. Poco a poco se fue comprendiendo también que la latitud del concepto de “aprendizaje” —aplicable a toda la escala animal—, y la conveniencia y, como se vio más tarde, la *necesidad* de focalizarlo en los procesos del sistema nervioso central, condujo a una diferenciación entre aprendizaje pedagógico y “aprendizaje fisiológico”. Se fue entendiendo que el primero concentra como manifestación empírica la comprensión de la entidad, como algo instrumentado por los adultos, de lo que son, efectivamente, agentes, los niños (y a menudo, considerados también agentes pasivos!) y que, por consiguiente reduce las fronteras conceptuales a muy poco más de lo que pasa en las escuelas. De la confrontación, el “aprendizaje fisiológico” fue emergiendo como lo más importante de ese proceso, visible para todos, pero que implica todo lo que el niño aprende “fuera”, “antes” y “sin” escuela.

La fertilidad de esta posición fue viéndose a medida que se iban dando nuevos pasos teóricos, y se avanzaba en la comprensión de cómo se daban las manifestaciones patológicas, de cómo podían proponerse soluciones con más racionalidad y, también, de cómo podían entenderse mejor los procesos de aprendizaje normales.

Un activo intercambio dentro del grupo y las discusiones con los alumnos de los cursos y más tarde, de los seminarios de postgrado, fue destilando con conceptos principales, marcando su vigencia, más o menos gravitante, superando las nociones equivocadas.

La perspectiva de un seminario internacional que se celebró en Guadalajara en 1978, demandó una revisión de los datos bibliográficos sobre el tema, una “puesta a punto” de la base conceptual y la superación de algunas nociones que fueron sustituidas por otras más dúctiles heurísticamente.

En esa ocasión se verificó que la doctrina de la actividad nerviosa superior seguía siendo un instrumento teórico decisivo para avanzar en la comprensión del aprendizaje, que debe entenderse que es siempre un proceso de gran complejidad y diversidad fenoménica, que debe contarse con los dispositivos básicos, con la actividad nerviosa superior, con la base afectivo-emocional y con las funciones cerebrales superiores. De entonces data la sustitución del concepto mecanicista de “estímulo” que supone su par, no menos mecanicista, de “respuesta”, por la noción de información. Se vio también que el aprendizaje daba acceso a procesos psicológicamente centrales como el de la cognición y la formación de conceptos y que era posible, utilizando esa base conceptual, abordar las modalidades más complicadas, como el lenguaje interno.

Desde 1978 en adelante, esos conceptos han ido enriqueciéndose incesantemente, como se verá enseguida. Del mismo modo, ha habido cambios sucesivos en la composición humana del grupo. Pero está muy claro que el nivel actual resulta de la suma de aportes, grandes y pequeños y agreguemos, positivos y negativos, que han contribuido. No es poca la importancia que han tenido los seminarios que contribuyeron a la discusión de los conceptos en juego.

\* Relato publicado en PSICOLOGÍA LENGUAJE APRENDIZAJE. Actas de las Primeras Jornadas Nacionales de APINEP. Rosario. Ediciones Pedagógicas. Buenos Aires. 1987. Págs 17-32

## 2. Metodología

Podemos afirmar que la metodología es una presencia constante en nuestra labor. No es sólo que hagamos de ella un culto formal, sino que está presente en las exigencias del desarrollo y de ello trataré de dar cuenta en unas pocas palabras.

Por efecto de las circunstancias no pudimos proseguir con la experimentación como instrumento de búsqueda y ello nos llevó a valorar la importancia del método clínico por una parte y por otra, a comprender más y más el significado del momento empírico del conocimiento comparado con el procesamiento científico.

La búsqueda de los datos clínicos demandaba determinadas normas de rigor para que el material fuera útil. Fuimos así comprendiendo, poco a poco, el peso real que tiene la observación cuando es bien llevada, el valor de una disciplina en la práctica de la observación, lo indispensable del registro ordenado y cuidadoso de los datos y otros aspectos que ya han sido puestos de relieve en la bibliografía pero que, para nosotros, fueron adquiriendo los colores y la dinámica de lo que está vivo. Al mismo tiempo, fuimos entendiendo que esto era *empírico*, en el sentido corriente de que registraba lo experimentado por los observadores, pero que, a la vez era “empírico” porque abarcaba sólo los hechos, los fenómenos registrables y era “empírico” peyorativamente, porque no se podía avanzar mucho con tales datos. Comprendimos también porqué la “experiencia” acumulada simplemente como memoria de largo plazo sirve sólo para confundir, si no se clasifican y se ordenan los fenómenos registrados.

Debía pasarse al momento de la reflexión científica. Y ella tenía que ser obligadamente —por las características de la investigación clínica— hipotético deductiva. Debía, para

ser hipotético deductiva, situarse en unas coordenadas teóricas adecuadas para que las “explicaciones” de los hechos fueran satisfactorias ante la exigencia de racionalidad. Fue así pasándose poco a poco desde una concepción teórica pavloviana a un marco doctrinario ensanchado que mereció llamarse “fisiopatológico”. De allí fueron naciendo también los conceptos acerca de que la observación clínica es una fuente efectiva del saber fisiológico, lo que tampoco era inédito en la bibliografía y que la neurofisiología del aprendizaje humano tiene rasgos propios.

A medida que fue transcurriendo el tiempo, con su cuota de trabajo, advertimos cómo podía pasarse de un plano “empírico” a otro plano, también “empírico” pero que se había correspondido con un plano científico que estaba en vísperas de superarse (Figura 1)

¿Por qué? Porque las entidades abstractas del plano científico se habían transformado en objetos, habían merecido un nombre y estaban abriendo paso a un nuevo plano del conocimiento. Por esta razón, los conceptos científicos, elaborados en una primera instancia interpretativa pasaban a cobrar vida y en su nueva condición objetal debían ser bautizados con nombres nuevos, a pesar de la justificada resistencia a aumentar las ya muy cargadas nomenclaturas, y en esa nueva condición objetal debían ofrecerse como entidades entre las cuales podían ser descriptas nuevas relaciones también de carácter hipotético-deductivo que configuraban un nuevo plano científico. Es seguro que en esta trayectoria con respecto al aprendizaje fisiológico y a las áreas que se le vinculan, no hicimos más que recorrer senderos ya muy frecuentados en la investigación de las ciencias naturales, pero es grato comprobar, con una especie de meditación entre muchos, que esta fue también nuestra modesta marcha.

\* Relato publicado en PSICOLOGÍA LENGUAJE APRENDIZAJE. Actas de las Primeras Jornadas Nacionales de APINEP. Rosario. Ediciones Pedagógicas. Buenos Aires. 1987. Págs 17-32

**MARCHA DEL CONOCIMIENTO DESDE LOS DATOS EMPÍRICOS  
AL SABER HIPOTÉTICO DEDUCTIVO**

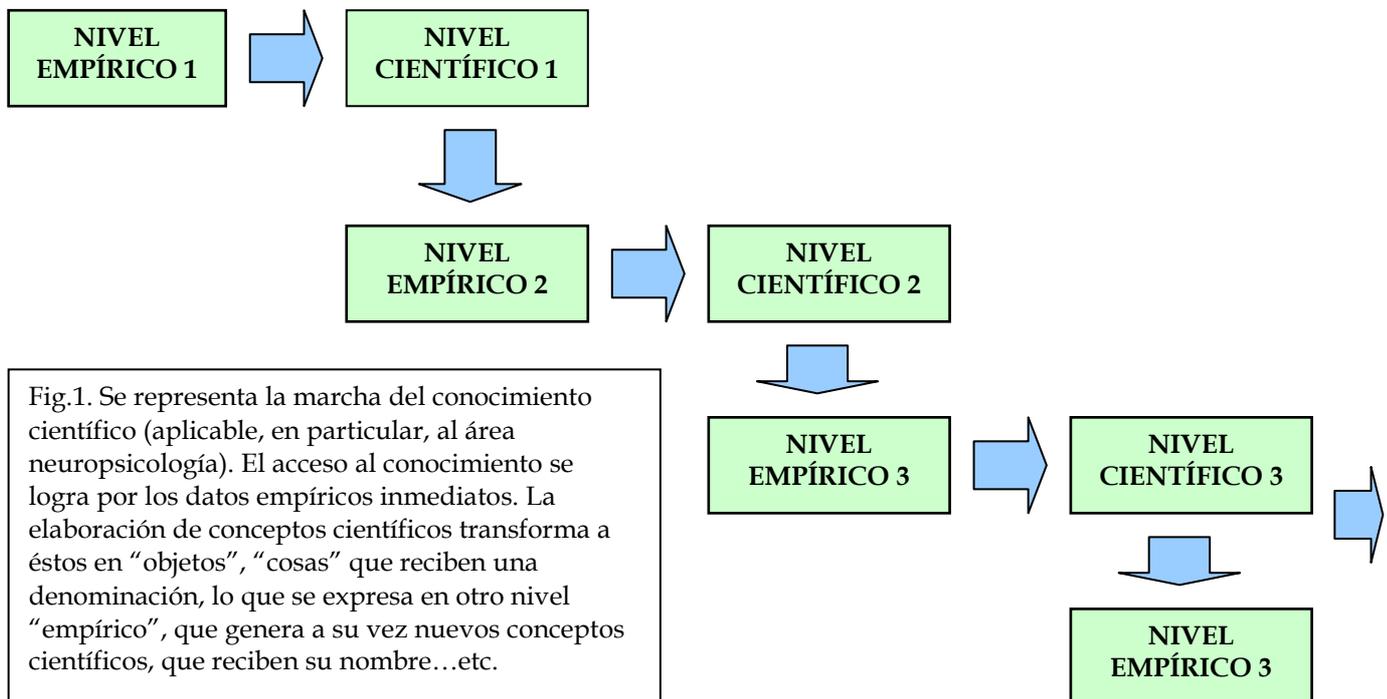


Fig.1. Se representa la marcha del conocimiento científico (aplicable, en particular, al área neuropsicología). El acceso al conocimiento se logra por los datos empíricos inmediatos. La elaboración de conceptos científicos transforma a éstos en "objetos", "cosas" que reciben una denominación, lo que se expresa en otro nivel "empírico", que genera a su vez nuevos conceptos científicos, que reciben su nombre...etc.

Nuestro trabajo se vio siempre resentido por la falta de recursos instrumentales. Todo lo que hicimos fue con papel y máquinas de escribir... Por eso era tan estimulante para nuestro grupo verificar que el curso del conocimiento en centros avanzados iba confirmando y dándole relleno a algunas de las entidades con las que veníamos operando como si fueran, efectivamente "cosas". Este tema será considerado luego.

Del mismo modo puede decirse que nuestra metodología fue crítica: fuimos despojándonos de todo aquello que, aunque venerado por su origen, respetable por su peso en la historia de la ciencia, no probaba ser invulnerable. Fueron así destilándose las nociones y quedando, lo "esencial" en sentido hegeliano, es decir lo que más auténticamente configuraba un enriquecimiento al conocimiento científico, más allá de los frutos que, en su momento, pudieron haber parecido maduros y sabrosos.

También fuimos críticos con nuestra propia tarea y, seguramente no hubo complacencias cuando hubo que dejar de lado un concepto equivocado. Dentro de ese espíritu crítico, fuimos también incorporando todas las nociones que contribuían a poblar una interpretación hipotético-deductiva para la que no bastaban los aportes de una determinada fuente. Esto nos fortaleció en nuestra distinción entre lo ontológico y lo metodológico: el objeto de conocimiento siempre es uno y su realidad es multifacética. Por eso requiere metodologías de estudio también múltiples, que no se contradicen en su condición (si puede suceder en sus contribuciones específicas), sino que, por el contrario, son complementarias. Y así, situados en una metodología de investigación estudiamos y asimilamos respetuosamente, las que hemos ido considerando complementarias.

Seguramente esto es lo que, a veces,

\* Relato publicado en PSICOLOGÍA LENGUAJE APRENDIZAJE. Actas de las Primeras Jornadas Nacionales de APINEP. Rosario. Ediciones Pedagógicas. Buenos Aires. 1987. Págs 17-32

ha solido desconcertar a alguna gente que gusta contar con categorías ya terminadas en las que pueden ser encajonados los variados fenómenos del mundo. ¿Estos son "reflexólogos", "conductistas", "pavlovianos", o qué? Para saciar este desconcierto varias veces definimos nuestras fronteras teóricas y, en particular, en el simposio internacional sobre aprendizaje de Santiago de Chile en 1980, donde nos atribuimos la condición de "neopavlovianos", que creo que sigue siendo exacta, en líneas generales. Esta calificación tranquilizará a esos espíritus ávidos por situar cada cosa en su sitio.

Pero es preciso puntualizar que nuestra orientación teórica *no es conductista*. Más bien podríamos decir que estamos situados en el polo opuesto del conductismo. También en esto conviene hacer algunas precisiones:

- a) Todas las orientaciones del conductismo, se originan en el postulado teórico de que lo único accesible al conocimiento y, por lo tanto el único material objetivo, es el comportamiento. Por el contrario, nosotros nos regimos por una concepción metodológica según la cual, lo que aparece en la conducta son sólo los indicadores externos de los procesos que los generan y estos no sólo son tan objetivos como los datos de la conducta, sino que, puestos a exagerar podrían tener más objetividad, puesto que determinan, en su dinámica los diferentes reajustes que aparecen en el comportamiento.
- b) Ya que hay una definición "neopavloviana" es oportuno recordar que la doctrina de Pavlov era explícitamente lo contrario del conductismo, como puede leerse en las "charlas de los miércoles" dedicadas a las obras de algunos conductistas.
- c) Las proyecciones que tiene la metodología fisiopatológica en el tratamiento de los procesos anormales arranca justamente de éstos, por lo que las técnicas de "modificación de

conducta", así como los tratamientos "sintomáticos" nos son ajenos.

- d) Finalmente, el mecanismo implícito en el enfoque conductista, también nos es ajeno, en tanto el método científico no contiene al mecanicismo.

Y ahora sí es del caso preguntarse si la orientación metodológica por la que nos regimos es científica. La respuesta es afirmativa. Es científica porque en los marcos de la modestia de nuestro trabajo, tomamos como puntos de partida los hechos. Es científica porque tratamos de reflejar el movimiento de la realidad, considerando la vigencia de procesos con etapas que se generan unas a las otras en sucesión. Y es científica porque mantenemos como reaseguro, una actitud de crítica, tanto sobre lo teórico como sobre los propios hechos.

### 3. El aprendizaje fisiológico

Para lograr una descripción del conjunto de los procesos funcionales del sistema nervioso que se expresan como aprendizaje, es indispensable comenzar por decir que en el desempeño individual se expresan, en primer lugar, los componentes heredados, que son patrimonio de la especie y que están, por consiguiente, plasmados en el código genético. Estos componentes tienen la rigidez, la invariabilidad que corresponde, precisamente a lo heredado. En otro polo, y sobre todo en los animales superiores, podemos considerar los componentes del comportamiento, denominados, tanto en psicología humana como animal, "inteligentes". Tales formas de comportamiento se refieren a la recuperación original, inédita, del equilibrio adaptativo, roto por una situación problemática nueva. La bibliografía etológica abunda en observaciones sobre la organización de comportamientos nuevos frente a circunstancias creadas experimentalmente o registradas como

\* Relato publicado en PSICOLOGÍA LENGUAJE APRENDIZAJE. Actas de las Primeras Jornadas Nacionales de APINEP. Rosario. Ediciones Pedagógicas. Buenos Aires. 1987. Págs 17-32

imprevistas por un observador. No será posible entrar en el análisis de estas formas de comportamiento en esta presentación. Sólo cabe decir que son importantes no sólo para la psicología sino también para la neurofisiología y que son accesibles a una investigación causal con los elementos que ya se poseen.

Lo que sí nos interesa en esta presentación son los componentes del comportamiento que no existían en el repertorio innato, que no son comunes a la especie, pero que se elaboran frente a situaciones nuevas y luego *operan en el comportamiento con la misma regularidad que presentan los Innatos*.

Denominamos a estos componentes, aprendidos, y el proceso por el cual se incorporan al repertorio del comportamiento individual, *aprendizaje fisiológico*.

Como reiteradamente se indica en nuestros materiales, el requisito para esta incorporación es que la situación problemática, es decir, la ruptura del equilibrio adaptativo, tenga carácter permanente (sin que esto implique una pauta temporal definida). La persistencia de una situación problemática se expresa como la incorporación de *información nueva*, la que ingresa a los circuitos neurales y va determinando gradual y crecientemente una síntesis entre lo nuevo y lo existente como información almacenada, sea genéticamente, sea en la memoria de largo plazo como resultado de procesos de aprendizaje anteriores. Naturalmente, la forma más elemental de este fenómeno, repetida en innumerables ocasiones y formas en el laboratorio, es el reflejo condicionado. Pero no todo el aprendizaje es condicionamiento y aún éste puede y debe ser analizado con más

profundidad, como desde el propio Pavlov hasta los investigadores contemporáneos como Asratian, Anojín y otros, se ha venido haciendo.

El aprendizaje moviliza regulaciones en el sistema nervioso central que tienen carácter innato: para que haya aprendizaje debe haber una situación de excitabilidad óptima en el sistema con el que se operará, como lo había señalado Pavlov. Actualmente se llama a este estado, *motivación*. Se requiere también una orientación de los aparatos de recepción de la información hacia la fuente de la novedad: a esto se llama actualmente *atención tónica*, y se sabe que está subordinada a la motivación. Se necesita que el ingreso de la información se dé sin impedimentos, es decir, la *sensopercepción* debe ser normal. Finalmente, el resultado de esa actividad, después de haberse consolidado como síntesis, queda organizado en la *memoria de largo plazo* (Fig. 2). Como todo esto sucede regularmente en los vertebrados, al menos en los superiores y la inexistencia de alguno de estos componentes afecta directamente al aprendizaje, y se trata siempre de sistemas incluidos ya en el sistema nervioso central, los hemos venido denominando *dispositivos básicos del aprendizaje*.

Pero el aprendizaje no sería posible si no hubiera posibilidades de recombinación de la información. Esta recombinación de la información toma la forma de conexiones de información nueva que es trasladada por rutas regulares hasta una zona del sistema nervioso en la que hay disponibilidad de nuevas relaciones. En otras palabras, donde aún hay neuronas "vacantes" que pueden ser involucradas en nuevos circuitos. Tradicionalmente, esto ha sido llamado *actividad combinatoria* y se cumple mediante pasos de *análisis* y

\* Relato publicado en PSICOLOGÍA LENGUAJE APRENDIZAJE. Actas de las Primeras Jornadas Nacionales de APINEP. Rosario. Ediciones Pedagógicas. Buenos Aires. 1987. Págs 17-32

*síntesis*, es decir la supresión del paso a algunos accesos a la red y la facilitación del paso a otros. En definitiva, **no** puede haber síntesis sin análisis ni análisis sin síntesis (Fig. 3). Es esta actividad combinatoria, la que incluye a la nueva información en un sistema ya organizado: a esos sistemas nuevos, organizados gracias a la actividad combinatoria, los hemos denominado

*estereotipos*. Su condición es estable. Pertenecen a la memoria de largo plazo. Se mantienen en tanto sean empleados como "unidades de aprendizaje". Pueden ser inhibidos (bloqueados) si no se los utiliza. La información que los constituye –como veremos más abajo–, puede ser de la más diversa calidad.

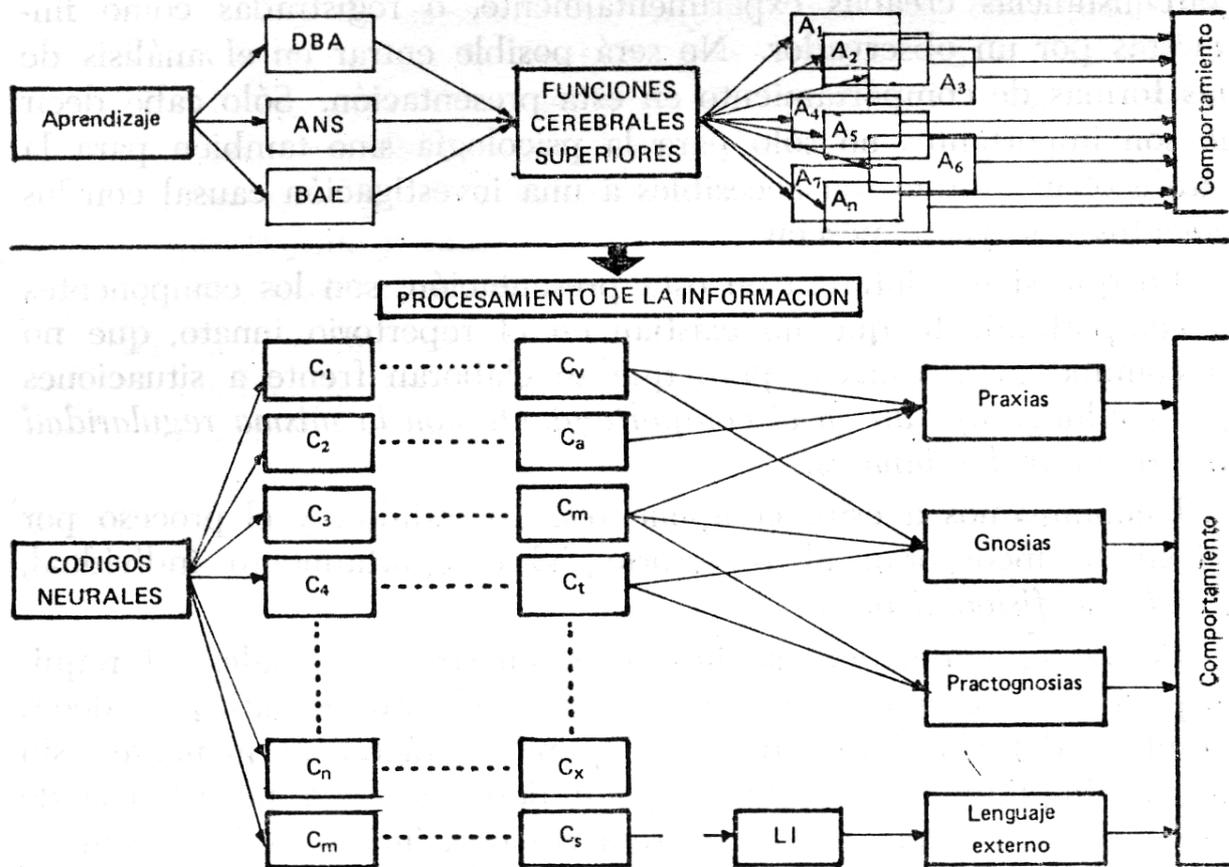


Fig. 2. Esquema de la marcha de un proceso normal de aprendizaje, que comienza en la motivación y culmina en la memoria de largo plazo. En la parte superior está indicada la concepción de aprendizaje explicada en la bibliografía de nuestro grupo: los procesos de aprendizaje son posibles por los dispositivos básicos (DBA), la actividad nerviosa superior (ANS), la base afectivo-emocional (BAE). Dan lugar a las funciones cerebrales superiores (FCS) las que, a su vez, hacen posibles múltiples procesos de aprendizaje nuevos, en particular, los de los códigos escolares.

En la parte inferior se indica cómo esos procesos se cumplen mediante muy numerosos (?) y variados códigos neurales. En particular, se han destacado los que tienen que ver con la información propioceptiva que lleva a la organización de praxias, los diferentes tipos de información sensorio-perceptiva y la información semántica, que sustenta el lenguaje interno, más la información fonológica, que la completa en el lenguaje externo.

\* Relato publicado en PSICOLOGÍA LENGUAJE APRENDIZAJE. Actas de las Primeras Jornadas Nacionales de APINEP. Rosario. Ediciones Pedagógicas. Buenos Aires. 1987. Págs 17-32

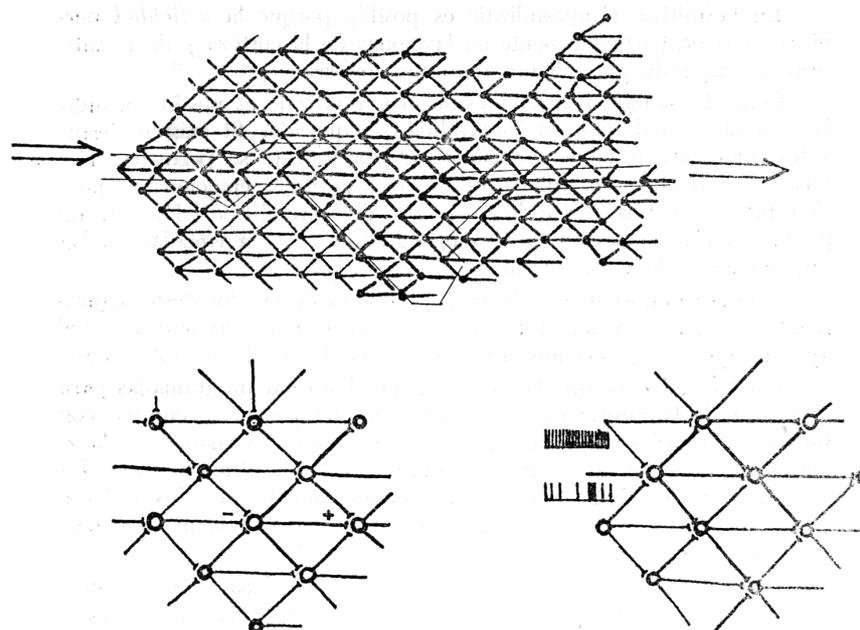


Fig. 3. Se ha representado la red neuronal, en la que la información ingresa por la parte izquierda del esquema. El pasaje de la información tiene lugar no sólo gracias a la facilitación sináptica (excitación), sino al bloqueo del paso a otras neuronas por inhibición sináptica. La expansión de la información en un "lecho" de múltiples células nerviosas, hace posible la descomposición, o sea, el análisis de la información, del mismo modo que la concentración se expresa como síntesis. Parte de la información puede ser excluida de la elaboración, por medio de la inhibición. En la parte inferior, a la izquierda, se indican convencionalmente, la facilitación y la inhibición sinápticas. A la derecha, se indica cómo estas acciones pueden ejercerse por modificaciones de los ritmos neuronales.

En definitiva, el aprendizaje es posible porque la *actividad nerviosa superior*, particularmente en las zonas de la corteza y de las sub-corteza, disponibles, da lugar a nuevas síntesis.

Como la patología lo demuestra, el aprendizaje es posible cuando la base emocional tiene la "neutralidad" requerida. Si existen desniveles significativos en lo emocional, el aprendizaje se perturba. Del mismo modo puede postularse qué niveles óptimos, emocionales, pueden facilitar notoriamente los procesos de aprendizaje. Este es un punto todavía no esclarecido y que, seguramente, está vinculado a las características de la motivación.

Pero si se abordan los planos más íntimos de este proceso, seguramente se hallará que las protagonistas son las células nerviosas y que el aprendizaje devela sus misterios en los detalles de la neurofisiología.

Por ello sabemos que las neuronas pueden estar programadas para el pasaje de la información, de modo que tal pasaje se cumple con toda regularidad, dando lugar a los efectos esperados cuando se da el ingreso de determinado tipo de información. En otras palabras, las neuronas que intervienen en las actividades innatas, en los reflejos, tienen una gama de posibilidades de tránsito de la información, bastante acotado por restricciones genéticas (Fig. 4).

\* Relato publicado en PSICOLOGÍA LENGUAJE APRENDIZAJE. Actas de las Primeras Jornadas Nacionales de APINEP. Rosario. Ediciones Pedagógicas. Buenos Aires. 1987. Págs 17-32

Pero hay otras células nerviosas en las cuales el pasaje de la información, lejos de estar programado, está "disponible", de modo que la organización de ese pasaje se va produciendo a medida que la *regularidad* en el ingreso de la información va creando condiciones para que la neurona se vaya transformando paulatinamente. Esta transformación no es una metáfora: como ha sido demostrado, las proteínas neuronales se modifican y aunque la neurona conserve su forma, de hecho, su naturaleza ha cambiado: ahora opera programada (Fig. 4).

Esta situación es la *memoria celular*, que si en todas las células del organismo opera mediante cadenas metabólicas programadas genéticamente y en las neuronas que intervienen en la "actividad nerviosa inferior" –según la acertada denominación que le proporcionó Pavlov en su momento para contraponerla con la que es flexible e individual–, en las neuronas de las que estamos hablando, se establece bajo los efectos del aprendizaje, también celular. Ésto nos lleva ahora a analizar más finamente cómo se transmite la información entre las neuronas, lo que nos llevará a una etapa nueva en la investigación del aprendizaje fisiológico.

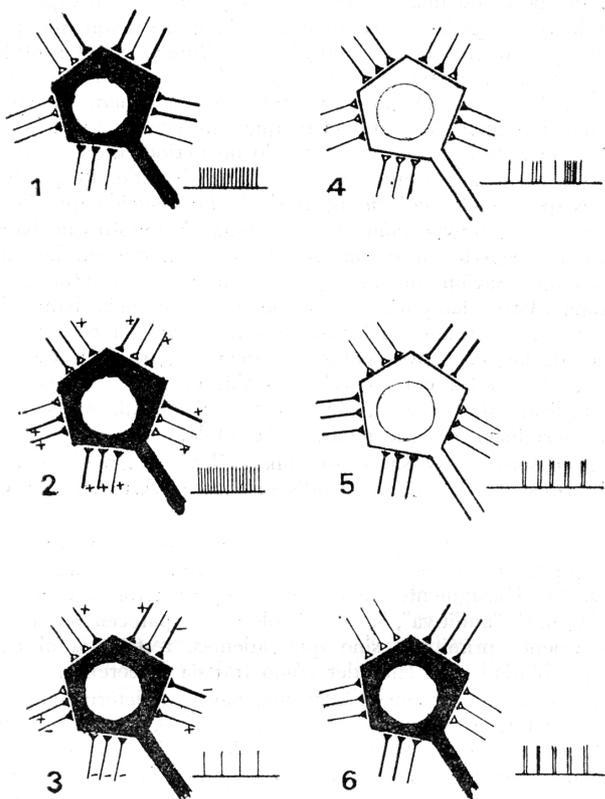


Fig. 4. Representación, a la izquierda, de neuronas programadas genéticamente (las de la actividad nerviosa "inferior"), en las que puede presumirse una gama estrecha de flexibilidad. A la derecha, en la parte superior, se indican neuronas que no están programadas genéticamente, por lo que reciben información de modo aleatorio. Cuando esa información se hace sistemática, la neurona tiende a modificar sus proteínas y queda determinada por la información regular que recibe. El resultado es que pasará a operar como si hubiera sido programada genéticamente, en nuevos procesos de aprendizaje.

#### 4. Los códigos neurales y el aprendizaje

Como se sabe, el paso de la información se cumple en un proceso nada simple en el que intervienen los

contactos sinópticos y las condiciones de receptividad de la membrana neuronal, fenómenos químicos y eléctricos de facilitación (excitación) e inhibición. No entraré en estos detalles.

\* Relato publicado en PSICOLOGÍA LENGUAJE APRENDIZAJE. Actas de las Primeras Jornadas Nacionales de APINEP. Rosario. Ediciones Pedagógicas. Buenos Aires. 1987. Págs 17-32

Lo que parece en cambio más importante para dedicarle suficiente tiempo, es un comentario de la naturaleza de la información que se transporta de una neurona a otra y también su especificidad.

Por lo que se sabe, la condición de la información que pasa de una neurona a otra debe ser considerada *rítmica*, en el sentido que está organizada como trenes periódicos –más o menos periódicos–, de potenciales de acción. Dicho así se trata de una generalización, puesto que hay innumerables parámetros que intervienen, como los intervalos –es decir, la frecuencia–, el grado de periodicidad, la altura de los potenciales, pero dejando esto por ahora de lado, lo que importa señalar es que *son las coincidencias de la información* que llega, las que "modelan" la información de la neurona. Y puesto que hay coincidencias, también tenemos que admitir que intervienen las diferencias de la información que llega, para configurar esa información de la neurona. Para ejemplificar esto con una referencia banal, habría que decir que, pensando en los acordes musicales, la consonancia de los ritmos de las respectivas notas (frecuencias), hace el acorde, pero también lo hacen las correspondientes diferencias. Finalmente, hay que multiplicar esta situación por la cantidad elevada a las potencias 3 ó 4, de terminaciones que recibe cada célula.

Pero no sólo es necesaria aquí una reflexión sobre la naturaleza de la información. También es indispensable pensar sobre su especificidad.

Nada impide ahora, suponer que la cantidad de códigos, o mejor, de subcódigos dentro de un solo código neural, tiene una magnitud ilimitada. Por consiguiente, las nociones *empíricas* referidas a la información "visual",

"auditiva", "táctil", "dolorosa", aparecen no sólo como extremadamente primitivas sino que, además, restringen al extremo nuestra posibilidad para entender cómo trabaja el cerebro.

Hay que comenzar por señalar que hay una determinada especificidad de la información que ingresa, que está dada por las estructuras anatómicas y las condiciones funcionales de los analizadores. Así, para tomar el ejemplo más notorio en el hombre, la información visual ingresa como ondas electromagnéticas que afectan químicamente a los conos y bastones. Estos generan trenes de potenciales de acción que, a través de cadenas de neuronas, aunque se modifica la secuencia de los ritmos al paso de cada grupo neuronal, siguen conservando su especificidad debido a la circulación por fibras organizadas anatómicamente. También la especificidad se conserva funcionalmente, al menos hasta la corteza calcarina y pericalcarina puesto que todos los datos experimentales y neuropatológicos lo prueban. Pero a partir de las regiones sensoriales "primarias" la información se renueva por combinaciones con otras y se organiza en forma de síntesis en las que participa la información visual, pero no es única y puede que no sea la más significativa.

Este tema surge con toda su fuerza cuando se considera que existen numerosos sistemas anatómicos de los cuales no podemos afirmar el tipo de información que conducen. Tal es el caso de los subsistemas córtico-ponto-cerebelosos, de los que podemos decir ambiguamente que "regulan los movimientos" aunque por su organización son filogenéticamente nuevos. Otro tanto sucede con la información que circula por el haz que va desde el núcleo dorsal del tálamo al

\* Relato publicado en PSICOLOGÍA LENGUAJE APRENDIZAJE. Actas de las Primeras Jornadas Nacionales de APINEP. Rosario. Ediciones Pedagógicas. Buenos Aires. 1987. Págs 17-32

polo frontal lo mismo que la que conduce el haz que va desde el pulvinar a la zona parietooccipital. Es verdad que, de acuerdo con conocimientos actuales puede arriesgarse la hipótesis de que en el hemisferio izquierdo de la mayoría de las personas esas fibras conducen información semántica. Pero ¿cuál es la información que conducen en el hemisferio derecho? ¿La misma?

Estas largas consideraciones están destinadas a fundamentar la existencia de múltiples códigos neurales que transportan información codificada en ritmos de potenciales de acción, resultantes de acoplamientos de dos, tres, cuatro y quizá más neuronas de los cuales desconocemos completamente su existencia pero que intervienen en los procesos de aprendizaje y se ponen de relieve en las alteraciones neuropsicológicas (Fig. 2).

Un caso especial es el de la codificación semántica, incorporada al conocimiento neurofisiológico en la última década y que, seguramente — por el conocido papel que tiene el lenguaje en el proceso del conocimiento —, debe desempeñar un significativo papel en varias formas de aprendizaje humano.

Puede ahora intentarse una síntesis del estado actual de nuestra propuesta con relación al aprendizaje fisiológico, la que después será incluida en el marco más amplio del aprendizaje humano.

Desde luego, el aprendizaje está dado por el ingreso de nueva información que, como se ha señalado en el ejemplo de la visión, en un momento dado se transcodifica en información neural, lo que implica progresivamente, tanto pérdida como ganancia de información a medida que se va dando el paso por sucesivas

células nerviosas, o grupos de ellas. Es importante destacar ahora que, como en cualquier otro caso de transcodificación, no puede pensarse que la información se conserva ni cuantitativa ni cualitativamente al paso de un código a otro, como no puede suponerse que haya canales absolutamente puros y neutros para el transporte de la información. Podemos también suponer que esta pérdida/ganancia de información en la transcodificación puede ser asimilada al concepto de análisis/síntesis, incorporado hace decenios a la neurofisiología por la obra de Pavlov (Fig. 3). Por consiguiente y como hipótesis, puede pensarse en la existencia de múltiples subcódigos neurales que, como se dijo, elaboran la información sensitiva y sensorial descripta en todos los libros de fisiología pero, seguramente, mucha otra no descripta aún, que tiene que ser identificada, deberá recibir un nombre y pasará a ser objeto de la investigación científica del mismo modo que lo es hoy la información visual o la propioceptiva.

Los subcódigos neurales, interaccionan entre sí, generando formas de combinación y recombinación de la información y, en el curso del aprendizaje, generan nuevas constelaciones neuronales que resultan de la organización del "espectro sinóptico" según la acertada denominación de C. Estable, a lo que hemos aludido ya.

Las recientes investigaciones de Natalia P. Bejtereva y su grupo de colaboradores han mostrado cómo neuronas, incorporadas a diversidad de estructuras anatómicas están organizadas o van organizándose en "patterns" que instrumentan un tipo definido de información. Así es como en las primeras etapas de un proceso

\* Relato publicado en PSICOLOGÍA LENGUAJE APRENDIZAJE. Actas de las Primeras Jornadas Nacionales de APINEP. Rosario. Ediciones Pedagógicas. Buenos Aires. 1987. Págs 17-32

experimental de aprendizaje humano, se activa un número determinado de neuronas entre las cuales circula información durante más de cien milisegundos. A medida que transcurre ese proceso, se va reduciendo algo el número de neuronas y se acorta algo el tiempo requerido para el "reconocimiento" de la información propuesta. El conjunto de neuronas puede ser denominado, como hacen los autores comentados "organización espacio-temporal de poblaciones neuronales" y dan lugar a diferentes propuestas.

En primer lugar, el procesamiento de la información —no importa su naturaleza—, no está para nada ligada a sistemas anatómicos definidos. Como se ha señalado más arriba esto acontece, seguramente en las primeras instancias del ingreso de la información al cerebro, pero sólo allí.

En segundo lugar, es posible correlacionar los tiempos identificados en los *potenciales relacionados con eventos* (potenciales provocados) con estos hallazgos: los cien y poco más milisegundos primeros, corresponden al tránsito de la información desde los receptores a las zonas sensoriales "primarias" de la corteza, pero los trescientos o más milisegundos propios de los potenciales tardíos, corresponden efectivamente al *análisis de la información* y está dado por una prolongada circulación de la información que se agota cuando la nueva información ha sido confrontada con la memoria de largo plazo.

### 5. Una reformulación del aprendizaje fisiológico humano

El punto de partida de todo proceso de aprendizaje normal es la *motivación* y no hay ninguna razón para pensar que no sea así siempre. Es decir que la motivación no puede ser sustituida. La

modificación, por mediación del lóbulo frontal quizá, pero con participación efectiva de la *atención tónica*, eleva y mantiene el nivel del trabajo cortical y subcortical que le está ligado, es decir, mantiene el nivel de trabajo de la *actividad nerviosa superior*. El curso del proceso de aprendizaje va determinando la organización de *estereotipos* o de *organizaciones espacio-temporales de poblaciones neuronales* que desembocan en matrices de la *memoria* de largo plazo. Esto significa que la memoria es la culminación de un proceso de aprendizaje normal, del mismo modo que la motivación es su comienzo.

Los procesos de aprendizaje fisiológico dan lugar, en el hombre, a las funciones cerebrales superiores que, a su vez, constituyen el punto de partida de nuevos y posibles procesos de aprendizaje, cada vez de mayor complejidad y especialización. Para que esto suceda, debe haberse organizado al cabo de un proceso de aprendizaje, un componente *automatizado* del comportamiento, que no demanda un programa especial, como lo exigen los componentes intencionales o voluntarios.

En el marco de lo que se está exponiendo, hay un lugar para la información semántica que da lugar a la organización del *lenguaje interno* y con él al "diálogo interior", a la autoconciencia, que también es el resultado necesario de procesos de aprendizaje fisiológico.

### 6. Comentarios sobre algunas posiciones contemporáneas acerca del aprendizaje

Una exposición sobre las teorías contemporáneas acerca del aprendizaje excedería con mucho los límites horarios de este relato. Baste decir que el tema del aprendizaje es inevitable, pero que frente a él, hay una gama amplísima de posiciones teóricas.

\* Relato publicado en PSICOLOGÍA LENGUAJE APRENDIZAJE. Actas de las Primeras Jornadas Nacionales de APINEP. Rosario. Ediciones Pedagógicas. Buenos Aires. 1987. Págs 17-32

La negación del aprendizaje es una posición común a algunos psicólogos cognitivistas y una buena parte de los lingüistas. Ellos se batieron contra una concepción del aprendizaje en el que la imitación y el reforzamiento son los principales protagonistas. Está claro que la base teórica que rechazan es la del conductismo norteamericano, aunque ninguno de ellos ha ido a buscar esa base teórica para analizarla críticamente, sino que al rechazar el mecanicismo de esa concepción, rechazan al aprendizaje en bloque y no tienen con qué sustituirlo. Se postula que "no hay todavía una teoría adecuada para el aprendizaje" o se lo niega, explícita o implícitamente. Creo haber mostrado que el aprendizaje no transcurre *fuera* sino *dentro* del organismo y que lo que está fuera son las manifestaciones del comportamiento y los desequilibrios adaptativos que lo ponen en marcha.

Por otra parte algunos científicos contemporáneos, como Changeux y Gerschenfeld, entre otros, apelan a un auténtico *reduccionismo* según el cual, los recientes descubrimientos en la fisiología neuronal y la biología molecular podrían aportar explicaciones "con el tiempo, quizá con los siglos, lo que llamamos pensamiento, aprendizaje, memoria, en términos celulares y moleculares". Si bien esta cita de Gerschenfeld está tomada de un reportaje periodístico, es textual en primer lugar y en segundo lugar, tiene la soltura con que pueden expresarse las

opiniones profundas que orientan el trabajo científico.

Es indudable que se trata, sí, de un reduccionismo ingenuo, similar al que puede hallarse en obras de Ostwald y otros biólogos reduccionistas de fines del siglo pasado que esperaban hallar las respuestas para las grandes preguntas, en la estructura coloidal.

En primer lugar no hace falta ningún reduccionismo: se pueden estudiar cómodamente todos los niveles de trabajo del sistema nervioso central humano, utilizando para ello los instrumentos metodológicos adecuados, punto sobre el que no volveré porque fue el que inició este relato. En segundo lugar no hace falta esperar siglos: por el contrario, ya, hoy, es posible divisar las perspectivas del trabajo científico con claridad suficiente y, sin omnipotencia ninguna, puede decirse que estamos cómodos, avanzando en el conocimiento y buscando las respuestas adecuadas a las preguntas adecuadas.

Es alentador que el aprendizaje sea también uno de los temas del interés de un epistemólogo contemporáneo de las dimensiones de Mario Bunge y que forme parte de los intereses científicos de miles de centros de investigación, que se ligue inevitablemente a la psicología cognitiva, a la inteligencia artificial y, en general, a todas las líneas más significativas del desarrollo científico contemporáneo.

#### Referencias bibliográficas

1. Azcoaga J. E. *Aprendizaje fisiológico y aprendizaje pedagógico*, Buenos Aires, El Ateneo, 1979.
2. Azcoaga J. E. "La orientación fisiopatológica en el aprendizaje". En *Problemas de aprendizaje* (L. García Jasso, comp.), Guadalajara, EDI, 1979.
3. Azcoaga J. E. "Alteraciones de las funciones cerebrales superiores y dificultades de aprendizaje escolar." En *El niño con dificultades para aprender*, Santiago, UNICEF, 1980.
4. Azcoaga J. E. *Mecanismos fisiológicos y bioquímicos del aprendizaje y la memoria*. Trabajo de concurso (Neurofisiología). Fotoduplicado APINEP.

\* Relato publicado en PSICOLOGÍA LENGUAJE APRENDIZAJE. Actas de las Primeras Jornadas Nacionales de APINEP. Rosario. Ediciones Pedagógicas. Buenos Aires. 1987. Págs 17-32

6. Azcoaga J. E. "Procesos neurofisiológicos que operan en la transcodificación verbográfica." En *La investigación sobre lecto escritura en América Latina*. (A. Ardila y F. Ostrosky - Solís), México, Trillas, 1986.
7. Azcoaga J. E. "La unidad (contradictoria) entre la patología del aprendizaje y el aprendizaje normal." *Aprendizaje hoy*, 1986, 6, 10 : 35.
8. Azcoaga J. E. *Del lenguaje al pensamiento verbal*, Buenos Aires, El Ateneo, 1979.
9. Azcoaga J. E. Derman B. e Iglesias P. A., *Alteraciones del aprendizaje escolar*, Buenos Aires, Paidós, 1979.
10. Azcoaga J. E. y col. *Las funciones cerebrales superiores y sus alteraciones en el niño y en el adulto (Neuropsicología)*, Buenos Aires, Paidós, 1983.
11. Béjtereva N. P. *El cerebro humano sano y enfermo*, Buenos Aires, Paidós, 1985.
12. Bunge M. *Teoría y realidad*, Barcelona, Ariel, 1981.
13. Changeux J. P. *El hombre neuronal*, Barcelona, 1984.
14. Estable C. "Considerations on the histological oasis of neurophysiology." En *Brain mechanisms and learning* (J. Delafresnaye), Oxford, Blackwell, 1961.
15. Gersehenfeld H. Reportaje de R. Kunis y R. Steimann en *Clarín*, "Cultura y Nación", mayo 29 de 1986.

\* Relato publicado en PSICOLOGÍA LENGUAJE APRENDIZAJE. Actas de las Primeras Jornadas Nacionales de APINEP. Rosario. Ediciones Pedagógicas. Buenos Aires. 1987. Págs 17-32